DOI: 10.22092/spj.2023.361343.1298

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۸، شماره ۴، سال ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ‌ها و ارقام آلو نسبت به کرم میوه آلو *Grapholita funebrana* (Treitschke) در شرایط محیطی کرج

Antixenosis Resistance of Plum Genotypes and Cultivars to the Plum Fruit Moth *Grapholitha funebrana* (Treitschke) under the Environmental Conditions of Karaj in Iran

مسعود لطیفیان[1*]، محی الدین پیرخضری[2] و راضیه قائمی[3]

۱- استاد، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- استادیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- پژوهشگر، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/ ۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/ ۰۷

چکیده

لطیفیان، م.، پیرخضری، م. و قائمی، ر. ۱۴۰۱. مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ‌ها و ارقام آلو نسبت به کرم میوه آلو *Grapholita funebrana* (Treitschke) در شرایط محیطی کرج. . **مجله نهال و بذر ۳۸:** ۴۳۲-۴۰۹

آلو (.*Prunus domestica* L) یکی از درختان میوه هسته‌دار با ارزش اقتصادی زیاد است. کرم آلو *Grapholita funebrana* (Treitschke) از آفات مهم آلو است و همه ساله خسارت قابل توجهی به محصول باغ های آلو وارد می کند. هدف این پژوهش بررسی مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ ها/ارقام آلو و رابطه بین صفات فیزیکی و شیمیایی میوه آنها با مقاومت به این آفت بود. این پژوهش بر روی ۲۷ رقم و ژنوتیپ امید بخش آلو در باغ کلکسیون ذخایر توارثی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری واقع در کمالشهر کرج در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ به مدت سه سال انجام شد. شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی با نمونه برداری در طول فصل از جمعیت لارو برآورد شد. رابطه صفات مختلف میوه با مقاومت آنتی‌زنوزی به آفت با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون بررسی شد. گروه بندی ژنوتیپ ها/ارقام آلو نیز با روش تجزیه خوشه‌ای بعمل آمد. واکنش آنتی‌زنوزی با طول، عرض، قطر، قطر مهندسی، شاخص گرد بودن و مساحت سطح میوه دارای رابطه معنی‌دار بود. حداقل شاخص استقرار نسبی لارو در آلو بخارا، ژنوتیپ ۱۹ و ارومیه ۲۰ معادل ۰/۰۲ و حداکثر آن در ارقام آلو: آنجلو، فریار، جی- ۹۸، خ- مشهد و سوسورمی معادل ۰/۰۶ بود. حداقل شاخص عدم رجحان لارو در جی ملایر معادل ۹۶/۹۱ و حداکثر آن در آلو بخارا معادل ۹۸/۸۱ بود. حداقل شاخص رجحان لارو در رقم سوسورمی معادل ۰/۰۳ و حداکثر آن در رقم زوجلو معادل ۱/۰۳ بود. حداقل شاخص تجمع لارو در آلو بخارا معادل ۲۴/۶ و حداکثر آن در جی- ۹۸ معادل ۶۶/۴۲ مشاهده شد. در نهایت ژنوتیپ های/ارقام مقاوم شامل بلک استار، کوئین روزا، جی- ۹۹، جی- ۹۸، قمی، سانتارزا، سوسورمی، آنجلو، بلک امبر و جی آر- رضائیه شناسایی شدند، و ژنوتیپ کرمانشاه حساس ترین بود. نتایج این پژوهش بخشی از اطلاعات تکمیلی برای انتخاب ارقام آلوی مناسب برای توسعه باغ های این محصول را فراهم کرد.

واژه‌های کلیدی: آلو، استقرار نسبی لارو، تجمع لارو، رجحان لارو، عدم رجحان لارو.

* نگارنده مسئول: masoud_latifian@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱

مقدمه

آلو (.Prunus domestica L) یکی از درختان میوه هسته‌دار با ارزش اقتصادی بالا است. کرم آلو (Grapholita funebrana (Treitschke یکی از خطرناک‌ترین آفات میوه آلو می‌باشد. این گونه در اکثر مناطق ایران انتشار دارد. خسارت آن شامل تغذیه لارو از گوشت یا پریکارپ میوه می‌باشد که از ارزش اقتصادی محصول می‌کاهد (Rothschild and Vickers, 1991; Timm *et al*., 2008). بسیاری از برنامه‌های به نژادی درختان میوه بر تولید ژرم پلاسم مقاوم به آفات مهم در کنار صفات مطلوب باغبانی تأکید دارند (Johnson, 2000; Boyd *et al*., 2013).

بررسی واکنش آنتی‌زنوزی ژنوتیپ ها/ارقام مختلف و شناخت عوامل ایجاد کننده مقاومت گام نخست در دست‌یابی به ارقام مقاوم است (Tek and Budak, 2022). مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر نشان داده است که صفات مختلف کمی و کیفیت میوه در واکنش ارقام درختان میوه نسبت به آفات میوه‌خوار مؤثر می‌باشند (Gogorcena *et al*., 2020). بررسی تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی گیاهان مانند ویژگی های بیوشیمیایی، معماری سایه انداز درخت، ویژگی‌های فیزیکی مؤثر بر استقرار جمعیت آفات برای مدیریت تلفیقی ضروری است (Wetzel *et al*., 2016; Kumari *et al*., 2022; Tek and Budak, 2022; He and Liu, 2022).

وجود سایر گیاهان میزبان و رجحان غذایی آفت بر درجه مقاومت اثر گذار می‌باشد (Sharma and Ortiz, 2002). نقش ترکیبات فرار (Volatiles) گیاهان در جذب حشرات برای تغذیه، جفت‌گیری و تخم‌گذاری به اثبات رسیده است (Xu and Turlings, 2018). در رابطه با شب‌پره شرقی میوه (Grapholita molesta (Busck) گزارش شده است که ماده‌های بارور با استفاده از حس بینایی و بویایی و پس از تشخیص رنگ میوه و ترکیبات فرار منتشر شده به درختان میزبان جذب شده و تخم‌گذاری می‌کنند (Ammagarahalli and Gemeno, 2015; Barros-Parada *et al*., 2018).

مطالعات مختلفی در رابطه با سازکارهای رجحان میزبان لاروهای بالپولکداران میوه خوار انجام شده است. به عنوان مثال لارو نئونات (.Cydia pomonella L) پس از خروج از تخم برای انتخاب میزبان مناسب جستجو انجام می‌دهد (Gish *et al*., 2017). لاروهای بالپولکداران می‌توانند از حس یادگیری در انتخاب میزبان مناسب استفاده کنند. فرآیند انتخاب میوه میزبان ممکن است با القای رجحان یا شرطی‌سازی همراه باشد (Cahenzli *et al*, 2015). رجحان، شکلی خاصی از یادگیری در حشرات است که واکنش آنتی‌زنوزی را ایجاد می‌کند (Pszczolkowski and Brown, 2005).

گونه‌های مختلف بالپولکداران از روش‌های متفاوتی برای ارزیابی ویژگی‌های میزبان خود استفاده می‌کنند (Schweiger *et al*., 2012). تغییر میزبان به میزبانی با درجه رجحانی پایین‌تر در غیاب سایر میزبان‌های ارجح برای بقای جمعیت‌های بالپولکداران در شرایط تنش تغذیه‌ای ضروری

است (Griese *et al*., 2020). در بالپولکداران میزبان‌یابی، استقرار روی میزبان و یا عدم رجحان برخی ارقام گیاهی همیشه از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند (Willson and Whelan, 1990; Schlick-Souza *et al*., 2011).

در رابطه با مقاومت ارقام آلو نسبت به کرم آلو نیز مطالعات مختلفی انجام شده است. مشخص شده است کرم آلو سه نسل بر روی ارقام آلوهای دیررس ایتالیایی پوزگاکا (Pozegaca)، دو نسل روی رقم بیلسکا رانا (Bilska Rana) دارد. جمعیت لاروهای نسل اول روی ارقام آلوی ایتالیایی کمتر از ارقام پوزگاکا و بیلسکا رانا بود. میزان آسیب آفت بر روی میوه بیلسکا رانا ۳۷/۹۶٪ و روی ارقام دیررس ایتالیایی و پوزگاکا به ترتیب ۴۳/۷۸٪ و ۵۱/۴۵٪ بود (Batinica and Muratovic, 1972). در مطالعه دیگری مشخص شد که رقم استنلی (Stanly) دارای مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم آلو (*G. funeberana*) است، به طوری که میزان شکار تله‌های فرمونی نسب شده روی این رقم ۷۰ درصد کمتر از سایر ارقام بود (Mitrea and Bancă, 2011).

در پژوهشی امکان تولید میوه ارگانیک از چهار رقم آلو هرمن (Herman)، کامانسکا رانا (Cacanska Rana)، ولجوکا (Valjevka) و زولتا آفاسکا (Żółta Afaska) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کمترین میوه‌های آسیب دیده توسط پروانه میوه آلو (Treitschke) *G. funebrana* و پوسیدگی قهوه‌ای درختان هسته‌دار (*Monilinia fructigena*, *Monilinia laxa*) در رقم هرمن بود. این رقم مناسب ترین رقم برای تولید میوه آلو ارگانیک شناسایی شد (Głowacka and Rozpara, 2014). در مطالعه دیگری مشخص شد که رقم جدید آلو بلغاری اوسترومیلا (Ostromila) که رقمی مقاوم به ویروس آبله آلو است، خسارات ناشی از شته‌های برگ (Aphididae)، پروانه میوه آلو *Cydia funebrana* (Treitschke)، شب پره میوه شرقی *Cydia molesta* (Busck) و مگس اره آلو سیاه *Hoplocampa minuta* (Christ) را نیز تحمل می‌کند (Zhivondov and Milusheva, 2015).

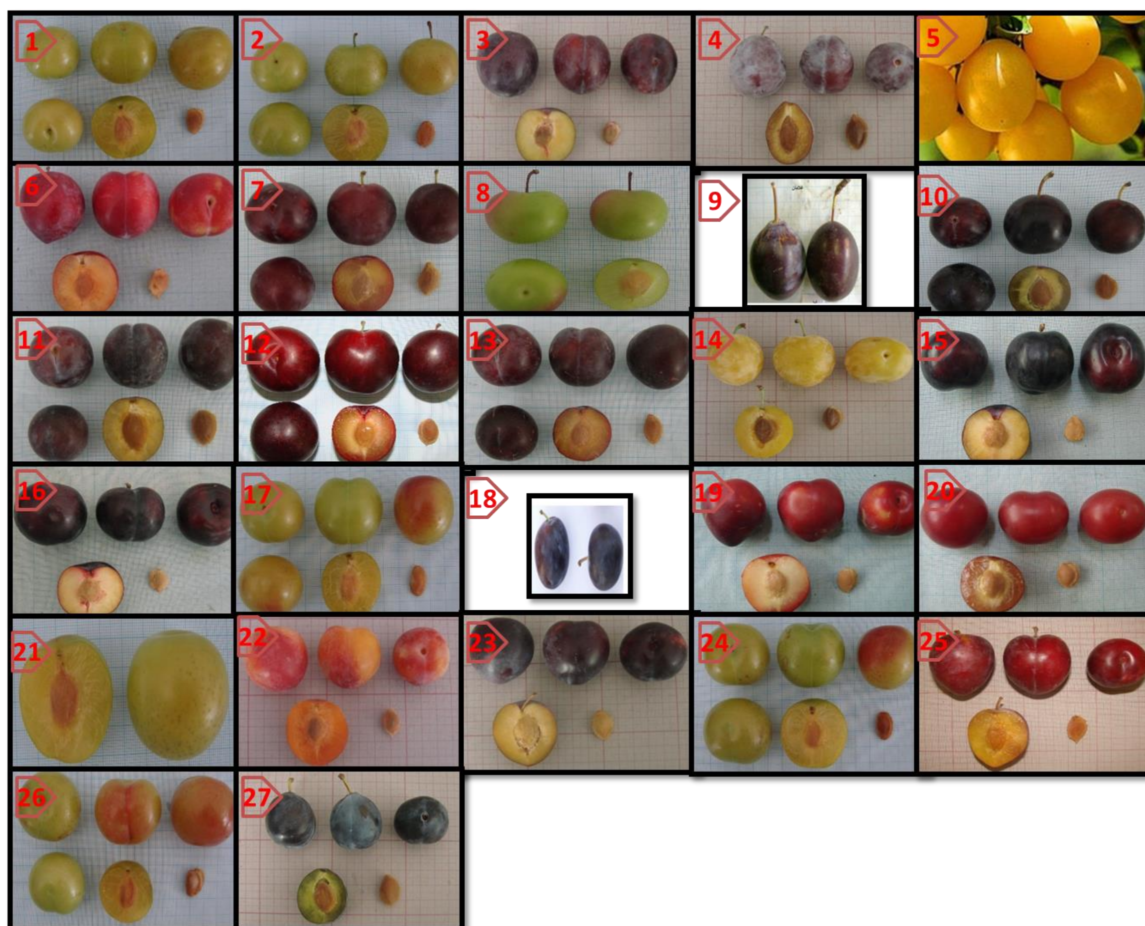
این پژوهش به منظور ارزیابی مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ‌ها/ارقام آلو نسبت به آفت کرم میوه آلو *G. funebrana* (Treitschke) و رابطه آن با خصوصیات کمی و کیفیت میوه به‌منظور استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و تولید ارقام مقاوم/ متحمل آلو به این آفت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در باغ کلکسیون ذخایر توارثی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری واقع در کمالشهر کرج در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ به مدت سه سال انجام شد. این ایستگاه با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا، در فاصله ۴۸ کیلومتری غرب تهران قرار دارد. طول جغرافیایی این منطقه برابر ۵۱ درجه و۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی است. اقلیم این ایستگاه در فصول سرد سال متاثر از سامانه های شمالی و شمال غربی و غربی به ویژه جنوب غربی

بوده و ریزش های آن متأثر از فعالیت این سامانه ها می‌باشد. بارش های این منطقه از آبان وآذر آغاز وتا اواسط اردیبهشت ادامه می‌یابد (Mirdashtvan *et al*., 2020).

در این پژوهش ۲۷ رقم و ژنوتیپ امید بخش آلو ارزیابی شدند که شکل میوه آنها در شکل ۱ و برخی خصوصیات پومولوژیکی آنها در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۱- تصویر میوه ژنوتیپ‌ها/ارقام آلو: ۱- جی-ملایر، ۲- جی ۱۰۰-، ۳- آنجلو، ۴- زوجلو، ۵- ارومیه ۲۰، ۶- سانتارزا، ۷- لارودا، ۸- جی آر- رضائیه، ۹- غلامان، ۱۰- گالو، ۱۱- بخارا، ۱۲- کوئین روزا ، ۱۳- فریار، ۱۴- زرد کردستان، ۱۵- بلک استار، ۱۶- بلک امبر، ۱۷- جی- ۹۹، ۱۸- ژنوتیپ ۱۹، ۱۹- مورتینی، ۲۰- شماره ۱۷، ۲۱- قمی، ۲۲- خ- مشهد، ۲۳- سوسورمی، ۲۴- جی- ۹۸، ۲۵- سنقر آبادی، ۲۶- جی- بلک و۲۷- کرمانشاه

Fig. 1. Photos of fruit of plum genotypes/cultivars: 1- G-Melayer, 2- G-100, 3-Angelo, 4- Zojelo, 5- Uromieh 20, 6- Santa Rosa, 7- Laroda, 8- GR- Rezaieh, 9- Gholaman, 10- Ghalo, 11- Bukhara, 12- Queen Rosa, 13- Friar, 14- Zard Kurdistan, 15- Black Star, 16- Black Amber, 17- G-99, 18- Genotype 19, 19- Mortini , 20- No. 17, 21- Qomi, 22- Kh-Mashhad, 23- Sosourmi, 24- G-98, 25- Sonqorabadi, 26- G- Black, 27- Kermanshah

جدول ۱- نام و برخی خصوصیات پومولوژیکی ژنوتیپ‌ها/ ارقام آلو مورد ارزیابی برای مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم آلو

Table 1. Name and some pomological characteristics of studied plum genotypes/cultivars evaluated for antixenosis resistance to the plum fruit moth

Genotype/cultivar	رقم/ژنوتیپ	Origin	منشاء	Ripening status	وضعیت رسیدگی	Fruit colour	رنگ میوه	Productivity status	وضعیت باردهی
Anjelo	آنجلو	Foreign	خارجی	Late	دیررس	Red	قرمز	Productive	پربار
Black Amber	بلک امبر	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Black	سیاه	Productive	پربار
Black star	بلک استار	Foreign	خارجی	Early	زودرس	Dark Red	قرمز تیره	Medium productive	میان‌بار
Bokhara	بخارا	Native	بومی	Late	دیررس	Dark Red	قرمز تیره	Relatively productive	نسبتاً پربار
Friar	فریار	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Dark Red	قرمز تیره	Relatively productive	نسبتاً پربار
G- balck	جی- بلک	Native	بومی	Early	زودرس	Reddish Green	سبز مایل به قرمز	Productive	پربار
G-100	جی- ۱۰۰	Native	بومی	Early	زودرس	Reddish Green	سبز مایل به قرمز	Productive	پربار
G-98	جی- ۹۸	Native	بومی	Early	زودرس	Reddish Green	سبز مایل به قرمز	Productive	پربار
G-99	جی- ۹۹	) Native(	بومی	Early	زودرس	Reddish Green	سبز مایل به قرمز	Productive	پربار
Geontype 19	ژنوتیپ ۱۹	Native	بومی	Late	دیررس	Black	سیاه	Medium productive	میان‌بار
Ghalo	گالو	Native	بومی	Late	دیررس	Black	سیاه	Medium productive	میان‌بار
Gholaman	غلامان	Native	بومی	Late	دیررس	Dark Red	قرمز تیره	Productive	پربار
Ghomi	قمی	Native	بومی	Early	زودرس	Yellowish Green	سبز مایل به زرد	Very productive	خیلی پربار
G-Malayer	جی-ملایر	Native	بومی	Early	زودرس	Reddish Green	سبز مایل به قرمز	Productive	پربار
GR-Rezaieh	جی آر- رضائیه	Native	بومی	Early	زودرس	Reddish Green	سبز مایل به قرمز	Productive	پربار
Kermanshah	کرمانشاه	Native	بومی	Early	زودرس	Black	سیاه	Productive	پربار
Kh-Mashhad	خ- مشهد	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Reddish Yellow	زرد مایل به قرمز	Productive	پربار
Laroda	لارودا	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Red	قرمز	Productive	پربار
Mortini	مورتینی	Foreign	خارجی	Early	زودرس	Light Red	قرمز روشن	Very productive	خیلی پربار
Queen Rosa	کوئین روزا	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Dark Red	قرمز تیره	Productive	پربار
Santa Rosa	سانتارزا	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Light Red	قرمز روشن	Very productive	خیلی پربار
Songhorabadi	سنقر آبادی	Native	بومی	Medium	میان رس	Light Red	قرمز روشن	Very productive	خیلی پربار
Sosourmi	سوسورمی	Foreign	خارجی	Medium	میان رس	Black	سیاه	Productive	پربار
Uromieh 20	ارومیه ۲۰	Native	بومی	Early	زودرس	Yellow	زرد	Productive	پربار
Zard Kurdistan	زرد کردستان	Native	بومی	Late	دیررس	Yellow	زرد	Medium productive	میان‌بار
Zojelo	زوجلو	Foreign	خارجی	Late	دیررس	Powdery Red	قرمز پودری	Very productive	خیلی پربار

جمع‌آوری اطلاعات در دوره فعالیت آفت از اواسط فروردین آغاز و تا اواسط مهر به فاصله هر هفت تا ده روز یکبار انجام شد. بدین منظور در هر درخت چهار جهت جنوب، شمال، شرق و غرب در نظر گرفته شد و از هر جهت ۲۰ عدد میوه انتخاب گردید. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تعداد لاروهای فعال درون میوه‌ها به صورت جداگانه ثبت شدند. برای تعیین تراکم شب‌پره میوه در فواصل نمونه‌برداری در شرایط صحرایی که بیانگر ارتباط با تراکم جمعیت آنها با آسیب وارده به میوه می باشد، تعداد کرم میوه‌خوار با تعداد روزی که میوه آلو در معرض کرم میوه‌خوار مزبور قرار دارد، در نظر گرفته شد. برای برآورد آن از پارامتری تحت عنوان لارو-روز (Larvae-day = Ld) استفاده و بصورت زیر محاسبه شد (Machlitt, 1998).

$$\mathrm{Ld} = \frac{\mathrm{A(i-1) - Ai}}{2} \times \mathrm{t}$$

در این رابطه A(i-1) و Ai به ترتیب تعداد لارو در نمونه برداری قبلی و فعلی و t فاصله زمانی بین دو نمونه برداری می‌باشند.

شاخص استقرار نسبی (Larvae establishment rate) لارو کرم آلو با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Tu *et al*., 2018).

$$\mathrm{AQR} = \frac{\sum \mathrm{Ci}}{\frac{\sum \mathrm{C_i} + ... \sum C_n}{n}}$$

در این رابطه Ci و Cn به ترتیب مجموعه تعداد لاروهای فعال کرم آلو در هر مرحله نمونه برداری در میوه ژنتوتیپ ها/ارقام iام تا nام در طول فصل نمونه‌برداری و n تعدا دفعات نمونه‌برداری می‌باشد.

شاخص عدم رجحان (Non-preference index = NPI) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Antônio *et al*., 2011).

$$NPI = [\frac{(100 - R)}{(100 + R)}] \times 100$$

در این رابطه R میانگین نسبت تعداد جمعیت مؤثر لارو در هر رقم/ ژنوتیپ به میانگین کل ارقام / ژنوتیپ های مورد مطالعه است.

شاخص رجحان لارو (C-Larvae) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Krisnawati *et al*., 2017).

$$\mathrm{C\text{-}Larvae} = \frac{2\mathrm{A}}{\mathrm{M + A}}$$

در این رابطه، A تعداد لارو– روز مؤثر در هر ژنوتیپ و M میانگین لارو – روز مؤثر در کل ژنوتیپ‌های آلوی مورد مطالعه در هر تاریخ نمونه برداری می‌باشد. اگر C<1 مقاوم‌تر (ژنوتیپ کمتر رجحان داده می‌شود)، C=1 مقاومت متوسط (رجحان میزبانی نسبی) و اگر C>1 باشد، ژنوتیپ حساس (رجحان میزبانی بیشتر) است.

شاخص تجمع لارو (Mean crowding intensity = M*) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد(Reiczigel *et al*., 2005).

$$\mathrm{M}* = \bar{x} + \frac{s^2}{x+1}$$

در این روابط $\bar{x}$ و S^2 به ترتیب میانگین و واریانس تراکم لارو در هر رقم/ ژنوتیپ مورد مطالعه است.

پس از رسیدن میوه محصول از هر

درخت تعداد ۱۰ عدد میوه برای بررسی صفات کمی و کیفیت میوه به آزمایشگاه منتقل و خصوصیات میوه شامل: وزن تر و خشک و درصد ماده خشک (با استفاده ار ترازوی دقیق و آون)، طول، عرض و ضخامت میوه با کولیس دیجیتال برحسب میلی‌متر و نسبت طول به قطر برای هر یک از نمونه‌ها محاسبه شد.

شاخص اندازه میوه با استفاده از طول یا عرض اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ($D_a = \frac{L = W + T}{3}$) محاسبه شد. قطر متوسط مهندسی میوه با استفاده از رابطه $D_g = \sqrt[2]{L \times W \times T}$ ، شاخص کروی بودن با استفاده از رابطه $\varphi = \frac{D}{L} \times 100$ و مساحت سطح میوه با استفاده از رابطه $S= \pi(D_g)^2$ برآورد گردید.

درصد مواد جامد محلولTSS با استفاده از رفرکتومتر، اسیدیته به روش تیتراسیونTA ، pH آب میوه با دستگاه pH متر، سفتی بافت گوشت با دستگاه پنترومتر، میزان فنل کل با دستگاه طیف نورسنج در طول موج ۷۶۰ نانومتر و زمان رسیدن یادداشت برداری شد. ابعاد محوری، یعنی طول L (طولانی ترین قطر)، ضخامت T (قطر کوتاهتر)،و عرض W با استفاده از کولیس ورنیه اندازه گیری شد (Sabzi *et al.*, 2022).

داده‌های به دست آمده از شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی پس از اطمینان از نرمال بودن، بااستفاده از آزمون کولموگروف–اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov)، مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین شاخص‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

تجزیه به عامل ها به منظور تعیین عامل‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی مؤثر بر سازکار مقاومت بر پایه مجموعه شاخص‌های مشاهده پذیر و محاسبه شده برای شاخص مقاومت آنتی‌زنوزی بود. عامل، متغیر جدیدی است که از طریق ترکیب خطی نمره‌های اصلی شاخص‌های ارزیابی بر پایه رابطه زیر برآورد شد:

$Fj=\sum W_{ji}X_i=W_{j1}X1+W_{j2}X_2+\ldots+W_{jp}X_p$

که در آن W ها بیانگر ضرایب نمره عاملی و P معرف تعداد شاخص‌های محاسبه شده برای هر شاخص مقاومت آنتی‌زنوزی مورد مطالعه است. با ترکیب‌های خطی بدست آمده نتیجه توصیف ویژگی‌های هر شاخص مقاومت آنتی‌زنوزی و ارتباط آن با شاخص‌های محاسبه شده امکان‌پذیر شد. استخراج عامل‌ها از ماتریس ضریب همبستگی، چرخش عامل‌ها به منظور به حداکثر رساندن رابطه بین شاخص‌ها و عامل‌ها و محاسبه بار عاملی (نمره عامل‌ها) برای تعیین عامل‌های مورد نظر انجام شد (Hamzehzarghani *et al.*, 2005).

گروه بندی ژنوتیپ‌ها/ارقام بر اساس درجه حساسیت به شب‌پره میوه آلو با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای و نمونه‌هایی که از نظر درجه آلودگی مشابه بودند و انتخاب یک فاصله اقلیدسی مشخص انجام شد. داده‌های برداشت

شده در این پژوهش به روش Hierarchical clustering و با استفاده از نرم افزار IBM SPSS Statistics 27.0.1.0 مورد تجزیه و تحلیل و قرار گرفت. جهت پردازش این داده‌ها نیاز به انتخاب معیاری مناسب جهت محاسبه شباهت بین متغیرها می‌باشد. این متغیرها شامل عامل‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی مؤثر بر سازکار مقاومت بر پایه مجموعه شاخص‌های مشاهده پذیر و محاسبه شده برای آن مقاومت آنتی‌زنوزی بود که در تجزیه به عاملل ها برآورد شدند.

پس از انتخاب معیارهای شباهت، جهت تهیه نمودار درختی (Denderogram) معرف ساختار درونی متغیرها، نیاز به انتخاب روش مناسبی جهت اتصال خوشه‌ها بود. حضور دو یا چند ژنوتیپ/رقم در یک خوشه و نهایتاً در یک گروه خاص، حاکی از شباهت بین آنها در واکنش آنتی‌زنوزی بود. بنابراین با استفاده از این نمودار اقدام به گروه بندی ارقام/ژنوتیپ‌های آلو شد. با توجه به تئوری روش آنالیز خوشه‌ای و با در نظر گرفتن معیارهای تعیین بهترین مکان برای خط فنون براساس فاصله اقلیدسی (Euclidean Distance)، این موقعیت انتخاب گردید. مناسب‌ترین فاصله اقلیدسی براساس رابطه $\sqrt{\frac{n}{2}}$ برآورد شد که n معادل تعداد کل ژنوتیپ ها/ارقام آلوی مورد مطالعه بود. بر این اساس کل ژنوتیپ های مورد مطالعه در گروه‌های اساسی براساس میزان بروز سازکار آنتی‌زنوز قرار گرفتند (Frades and Matthiesen, 2010).

به منظور ارزیابی صحت گروه‌بندی ژنوتیپ ها/ارقام مورد مطالعه تجزیه تشخیص خطی (Linear Discriminant Analysisi = LDA)، تجزیه متمایز طبیعی (Natural Discriminant Analysis = NDA)، یا تجزیه تابع متمایز، و تعمیم تفکیک کننده خطی فیشر استفاده شد. تجزیه تشخیص خطی (LDA) همچنین ارتباط نزدیکی با تجزیه به عامل ها دارد، زیرا هر دو به دنبال ترکیب های خطی متغیرهایی هستند که مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ های مورد مطالعه را به بهترین شکل توضیح دهند. تفاوت بین گروه های بررسی و به این ترتیب از صحت گروه‌بندی اطمینان حاصل شد (Fraley and Raftery, 2002).

رابطه بین صفات کمی و کیفیت میوه با بروز سازکارهای آنتی‌زنوز در ژنوتیپ ها/ارقام آلو با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون با نرم افزار IBM SPSS Statistics 27.0.1.0 مورد بررسی قرار گرفت (Gogtay and Thatte, 2017).

نتایج و بحث

تجزیه واریانس شاخص‌های نرخ فراوانی نسبی استقرار، عدم رجحان، رجحان و تجمع لارو کرم آلو نشان داد که بین ارقام/ژنوتیپ‌های آلو تفاوت معنی دار وجود داشت (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). مقایسه میانگین‌های شاخص‌های ارزیابی شده برای ۲۷ رقم/ژنوتیپ مورد مطالعه به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ ها/ارقام آلو نسبت به کرم میوه آلو

Table 2. Mean comparison of antixenosis resistance indices of plum genotypes/cultivars to the plum fruit moth

		Antixenosis index شاخص آنتی‌زنوزی			
Genotype/cultivar	رقم/ژنوتیپ	شاخص استقرار نسبی لارو AQR	شاخص عدم رجحان لارو NPI	شاخص رجحان لارو C-L	شاخص تجمع لارو M*
Anjelo	آنجلو	0.06±0.04c	97.97±0.33abc	0.82±0.16c	47.39±1.18cde
Black Amber	بلاک امبر	0.03±0.01cd	98.54±0.16bc	0.77±0.07c	29.54±5.31abc
Black Star	بلاک استار	0.03±0.01cd	97.74±0.41abc	0.72±0.05c	55.45±10.17de
Bokhara	بخارار	0.02±0.00c	98.81±0.25bc	0.66±0.07c	24.60±6.64a
Friar	فریار	0.03±0.01cd	97.81±0.28abc	0.75±0.04c	54.37±7.56de
G-Black	جی- بلاک	0.06±0.01a	97.36±0.44ab	0.91±0.04c	64.64±16.32e
G-100	جی- ۱۰۰	0.03±0.01cd	98.14±0.33abc	0.73±0.09c	44.95±6.99cde
G-98	جی- ۹۸	0.06±0.02a	97.22±0.08ab	0.95±0.13c	66.42±7.14e
G-99	جی- ۹۹	0.05±0.02a	98.30±0.52bc	0.74±0.04c	28.42±2.89abc
Genotype 19	ژنوتیپ ۱۹	0.02±0.00c	98.38±0.24 bc	0.78±0.06c	45.13±0.61cde
Ghalo	گالو	0.03±0.01cd	97.49±0.53abc	0.71±0.06c	29.20±5.79abc
Gholaman	غلامان	0.02±0.00c	98.23±0.35abc	0.63±0.06bc	54.07±10.54de
Ghomi	قمی	0.04±0.00bc	97.96±0.16abc	0.77±0.03c	25.86±4.62ab
G-Malayer	جی- ملایر	0.04±0.01bc	96.91±0.49a	0.85±0.08c	54.27±7.44de
GR- Rezaieh	جی‌آر-رضائیه	0.05±0.03a	97.58±0.80abc	0.73±0.09c	61.87±19.09e
Kermanshah	کرمانشاه	0.03±0.01cd	97.36±0.34ab	0.99±0.11c	44.34±6.01cde
Kh-Mashhad	خ- مشهد	0.06±0.01a	97.33±0.59ab	0.78±0.01c	62.28±4.83e
Laroda	لارودا	0.05±0.01a	97.79±0.22abc	0.71±0.65c	32.44±3.57bcd
Mortini	مورتینی	0.03±0.01cd	98.16±0.15 abc	0.07±0.01ab	49.82±1.76cde
Queen Rosa	کوئین روزا	0.03±0.01cd	97.91±0.47abc	0.07±0.01c	36.29±1.44cde
Santa Rosa	سانتارزا	0.03±0.00cd	98.13±0.30abc	0.05±0.01a	54.16±10.49de
Sonqorabadi	سنقرآبادی	0.03±0.01cd	97.90±0.39abc	0.10±0.02ab	36.44±6.14cde
Sosourmi	سوسورمی	0.06±0.02a	97.17±0.71ab	0.03±0.01a	50.23±7.97cde
Uromieh-20	اورمیه ۲۰	0.02±0.00c	98.41±0.06bc	0.09±0.02c	64.02±17.30e
Zard Kurdistan	زرد کردستان	0.04±0.01bc	97.18±0.31ab	0.07±0.01ab	45.39±4.38cde
Zojelo	زوجلو	0.05±0.01a	97.93±0.22abc	1.03±0.55c	59.47±4.55de

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

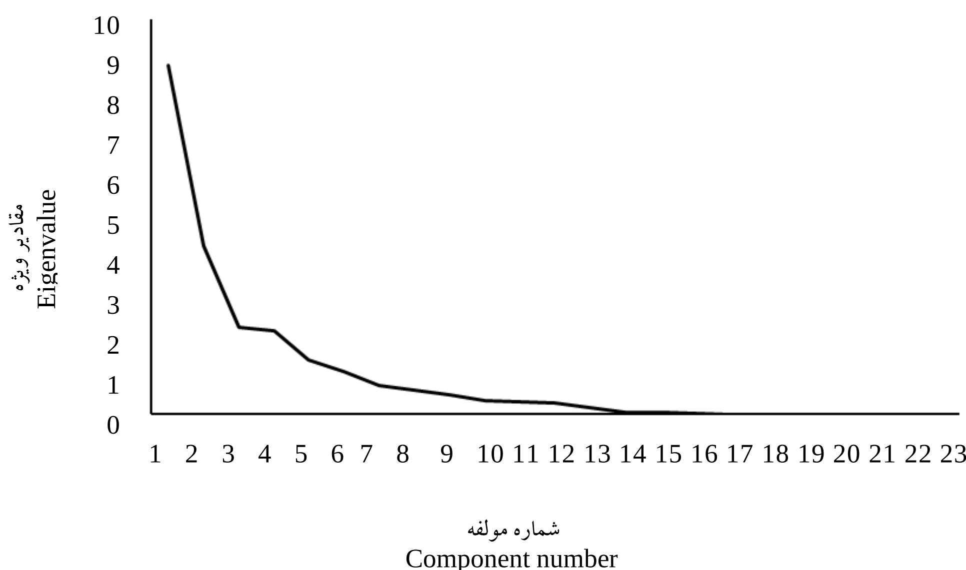
Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

AQR: Larvae establishment rate, NPI: Non-preference index, C-L: Larvae preference, M*: Larvae crowiding.

ارقام/ ژنوتیپ‌های آلو براساس شاخص‌های مختلف آنتی‌زنوزی تفاوت های معنی دار داشتند. میانگین شاخص استقرار نسبی ۰/۰۰۳ ± ۰/۰۳۸ و حداقل مقدار آن در آلو بخارا، ژنوتیپ ۱۹ و ارومیه ۲۰ معادل ۰/۰۲ و حداکثر آن در ارقام آنجلو، فریار، جی ۹۸، خ- مشهد و سوسورمی معادل ۰/۰۶ بود (جدول ۲). میانگین شاخص عدم رجحان لارو ۹۷/۸۴±۰/۰۴ بود و حداقل آن در ژنوتیپ جی- ملایر معادل ۹۶/۹۱ و حداکثر آن درآلو بخارا معادل ۹۸/۸۱ بود

(جدول ۲). میانگین شاخص رجحان لارو ۰/۰۰۵±۰ ۰/۵۹ و حداقل آن در رقم سوسورمی معادل ۰/۰۳ و حداکثر آن در رقم زوجلو معادل ۱/۰۳ بود. میانگین شاخص تجمع لارو ۱/۹۹± ۴۶/۹۶ و حداقل آن درآلو بخارا معادل ۲۴/۶ و حداکثر آن در جی- ۹۸ معادل ۶۶/۴۲ بود (جدول ۲).

در این پژوهش، برای بررسی همزمان شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص عدم رجحان، شاخص رجحان لارو و شاخص تجمع لارو و تاثیر آنها بر بروز مقاومت آنتی‌زنوزی در ژنوتیپ ها/ارقام آلوی مورد مطالعه استفاده شدند (شکل ۲).



شکل ۲- نمودار مؤلفه‌های اصلی مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ‌ها/ ارقام آلو نسبت به کرم میوه آلو در فضای چرخشی

Fig. 2. Plot of main components of antixenosis resistance of plum genotypes/cultivars to the plum fruit moth in rotation space

بر اساس رابطه بین شاخص‌ها پنج عامل، دارای ریشه‌های بزرگتر از یک معنی دار، ۸۶/۳۲ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. سه عامل اول بیشترین تغییرات را نشان دادند و به ترتیب ۲۵/۹۲، ۱۶/۹۳ و ۱۲/۸۵ درصد از کل تغییرات را توضیح دادند (جدول ۳). با توجه به دوران عامل ها با چرخش واریماکس (جدول ۴) که واریانس بین عوامل را حداکثر و تفسیر عوامل را ساده‌تر می‌کند، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات شاخص‌ها را در بروز مقاومت آنتی‌زنوزی توجیه کردند، مهمتر بوده و باید مورد بررسی قرار گیرند. بنابراین شاخص‌های مؤثر در هر عامل شناسایی و عوامل بر اساس مؤثرترین صفات نام گذاری شدند.

جدول ۳- تجزیه به عامل‌ها برای تعیین عامل‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی مؤثر بر مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ ها/ارقام آلو نسبت به کرم میوه آلو

Table 3. Factors analysis for determination of effective unobservable combined factors on antixenosis resistance of plum genotypes/cultivars to the plum fruit moth

	مقادیر ویژه اولیه Initial eigenvalues			مجموع بارهای مربعی Sums of squared loadings			مجموع چرخش بارهای مربعی Rotation Sums of squared loadings		
مؤلفه Component	واریانس کل Total	درصد واریانس Variance %	درصد واریانس تجمعی Cumulative variance %	واریانس کل Total	درصد واریانس Variance %	درصد واریانس تجمعی Cumulative variance %	واریانس کل Total	درصد واریانس Variance %	درصد واریانس تجمعی Cumulative variance %
1	8.820	38.346	38.346	8.820	38.346	38.346	5.962	25.923	25.923
2	4.261	18.526	56.872	4.261	18.526	56.872	3.893	16.927	42.851
3	2.210	9.607	66.479	2.210	9.607	66.479	2.956	12.854	55.705
4	2.103	9.146	75.625	2.103	9.146	75.625	2.628	11.428	67.132
5	1.367	5.943	81.568	1.367	5.943	81.568	2.252	9.790	76.922
6	1.094	4.757	86.324	1.094	4.757	86.324	2.163	9.402	86.324

جدول ۴- ریشه‌های تجزیه به عامل‌ها پس از چرخش واریماکس برای شناسایی عامل‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی مؤثر بر مقاومت آنتی‌زنوزی ارقام/ژنوتیپ‌های آلو نسبت به کرم میوه آلو

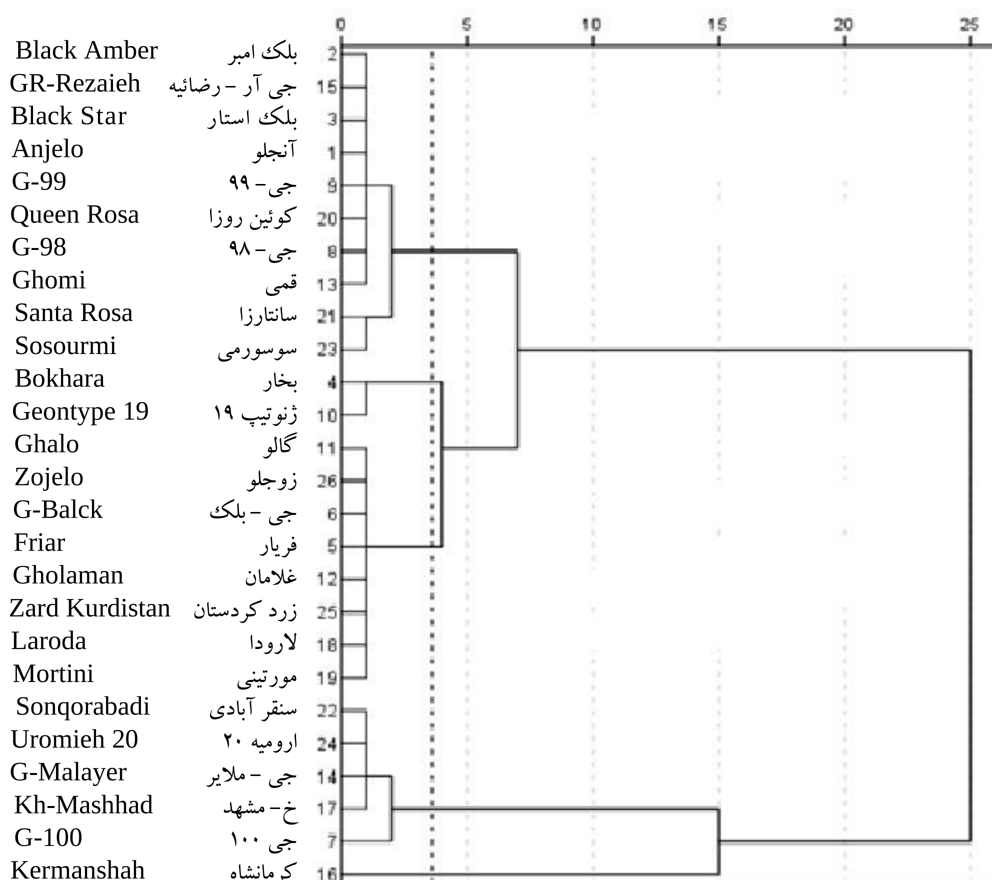
Table 4. Roots of factor analysis after varimax rotation for identification of effective unobservable combined factors on antixenosis resistance of plum genotypes/cultivars to the plum fruit moth

		Component عامل		
Index	شاخص	1	2	3
M*	تجمع لارو	-0.060	0.809*	-0.439
C-L	رجحان لارو	0.553*	-0.164	-0.027
NPI	عدم رجحان	-0.237	-0.733*	0.569*
AQR	استقرار نسبی لارو	0.386	0.467	-0.205

*: Significant at the 5% probability level.   *: معنی دار در سطح احتمال پنج درصد.

M*: Larvae crowiding, C-L: Larvae preference, NPI: Non-preference index, AQR: Larvae establishment rate.

عامل اول شاخص رجحان لارو در بروز سازکار مقاومت آنتی‌زنوزی ضرایب مثبت و بزرگ داشتند (جدول ۴). بنابراین، این عامل با توجه به بار عاملی بیشتر شاخص‌های شاخص تجمع لارو و شاخص عدم رجحان لارو به ترتیب مقادیر مثبت و منفی بزرگ داشتند. عامل سوم شاخص عدم رجحان لارو مقدار مثبت و بزرگ داشت. نمودار دندروگرام گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و ارقام آلوی مورد مطالعه براساس عامل‌های مشاهده ناپذیر ترکیبی مؤثر بر نوع سازکار مقاومت آنتی‌زنوزکه بر پایه مجموعه شاخص‌های مشاهده پذیر محاسبه شده در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۳- دندروگرام گروه بندی ژنوتیپ/ارقام آلو براساس شاخص های مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم میوه آلو

Fig. 3. Dendrogram of grouping of plum genotypes/cultivars based on antixenosis resistance to the plum fruit moth

ارقام و ژنوتیپ های آلو در پنج گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۳). ضریب همبستگی کوفنیتیک بین ماتریس فاصله اقلیدسی و ماتریس خروجی حاصل از دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای برابر با ۰/۹۲ بود که نشان دهنده گروه‌بندی قابل قبول ارقام با استفاده از شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی بود. ژنوتیپ ها/ارقام مربوط به هر گروه در جدول ۵ ارائه شده اند.

درگروه ۱، یک ژنوتیپ آلو بنام کرمانشاه قرار داشت (شکل ۳). این ژنوتیپ از نظر رتبه مقاومت آنتی‌زنوزی به شب‌پره آلو بالاترین رتبه را داشت، بنابراین حساس‌ترین ژنوتیپ نسبت به کرم آلو بود. میانگین شاخص‌های نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص عدم رجحان، شاخص رجحان لارو و شاخص تجمع لارو آن به ترتیب ۰/۰۶۳، ۹۶/۵، ۰/۳۱ و ۹۴/۱۵ بود (جدول ۲).

در گروه دوم، پنج ژنوتیپ آلو بنام‌های جی- ملایر، خ- مشهد، جی-۱۰۰، ارومیه ۲۰ و سنقرآبادی قرار داشتند (شکل ۳). این ژنوتیپ ها از نظر رتبه مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم میوه آلو نیمه حساس بودند. میانگین شاخص‌های نرخ فراوانی نسبی استقرار، عدم رجحان، رجحان

لارو و تجمع لارو به ترتیب ۰/۰۶، ۹۶/۹۹، ۰/۳۳ و ۶۷/۶۴ بود (جدول ۲).

در نهایت ۱۰ ژنوتیپ/رقم به کرم آلو در گروه پنج قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها/ ارقام عبارت بودند: از بلک استار، کوئین روزا، جی- ۹۹، جی- ۹۸، قمی، سانتارزا، سوسورمی، آنجلو، بلک امبر، و جی آر- رضائیه که نسبت به کرم آلی میوه مقاوم تر بودند (شکل ۳). برای این گروه میانگین شاخص‌های نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص عدم رجحان، شاخص رجحان لارو و شاخص تجمع لارو به ترتیب ۰/۰۳، ۹۷/۸۷، ۰/۳۱ و ۴۷/۷۷ بود (جدول ۲). برخی اطلاعات مربوط به گروه‌های بدست آمده در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- گروه بندی ژنوتیپ ها/ارقام آلوی براساس شاخص های مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم میوه آلو

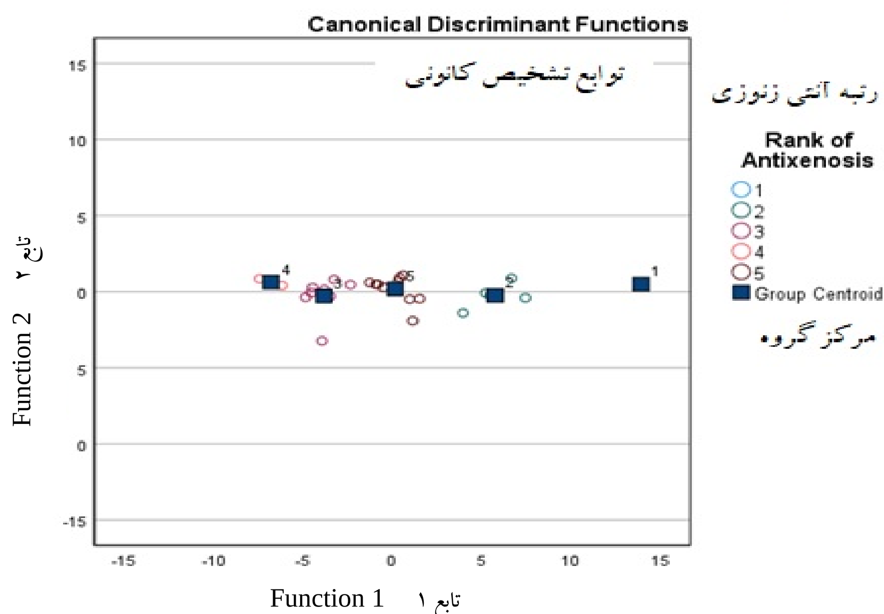
Table 5. Grouping of plum genotypes/cultivars based on antixenosis resistance indices to the plum fruit moth

گروه Group	Genotype/cultivar	ژنوتیپ/رقم	Index	شاخص	میانگین Mean	انحراف استاندارد Standard deviation	تعداد معتبر در فهرست Valid no. in the list: بدون وزن Unweighted	وزنی Weighted
1	Kermanshah	کرمانشاه	AQR	استقرار نسبی لارو	0.06	NA	1.00	1.00
			NPI	عدم رجحان لارو	96.50	NA	1.00	1.00
			C- L	رجحان لارو	0.31	NA	1.00	1.00
			M*	تجمع لارو	94.15	NA	1.00	1.00
2	G-100	جی۱۰۰	AQR	استقرار نسبی لارو	0.06	0.02	5.00	5.00
	Kh-Mashhad	خ- مشهد	NPI	عدم رجحان لارو	96.99	0.36	5.00	5.00
	G-Malayer	جی- ملایر	C- L	رجحان لارو	0.33	0.02	5.00	5.00
	Uromieh20 Songorabadi	ارومیه ۲۰ سنقرآبادی	M*	تجمع لارو	67.64	4.61	5.00	5.00
3	Mortini Laroda	مورتینی لارودا	AQR	استقرار نسبی لارو	0.03	0.01	8.00	8.00
	Zard Kurdistan Gholaman	زرد کردستان غلامان	NPI	عدم رجحان لارو	98.25	0.23	8.00	8.00
	Friar G-Black	فریار جی- بلاک	C- L	رجحان لارو	0.49	0.46	8.00	8.00
	Zojelo Ghalo	زوجلو گالو	M*	تجمع لارو	34.19	3.38	8.00	8.00
4	Bokara	بخارا	AQR	استقرار نسبی لارو	0.03	0.00	2.00	2.00
			NPI	عدم رجحان لارو	98.78	0.21	2.00	2.00
	Genotype 19	ژنوتیپ۱۹	C- L	رجحان لارو	0.26	0.05	2.00	2.00
			M*	تجمع لارو	22.07	3.75	2.00	2.00
5	Sosourmi Santa Rosa	سوسورمی سانتارزا	AQR	استقرار نسبی لارو	0.03	0.03	10.00	10.00
	Ghomi G-98 G-99	قمی جی ۹۸ جی- ۹۹	NPI	عدم رجحان لارو	97.87	0.53	10.00	10.00
	Queen Rosa Black Star Angelo	کوئین روزا بلک استار آنجلو	C- L	رجحان لارو	0.32	0.07	10.00	10.00
	GR-Rezaieh Balck Amber	جی- آر رضائیه بلک امبر	M*	تجمع لارو	47.77	4.32	10.00	10.00

NA: Not available. NA: در دسترس نبود.

AQR: Larvae establishment rate, NPI: Non-preference, C-L: Larvae preference, M*: Larvae crowiding index

مقایسه دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از تجزیه تابع تشخیص خطی فیشر حاکی از آن بود که معیار وارد توانست ژنوتیپ ها/ارقام آلو را با دقت ۹۷/۲ درصد گروه‌بندی کند و تفاوت بین آنها را نشان دهد (شکل۴).



شکل ۴- دقت گروه بندی ژنوتیپ ها/ارقام آلو بر اساس شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی با استفاده از روش توابع تشخیص کانونی

Fig. 4. Accuracy of plum genotypes/cultivars grouping based on antixenosis resistance indices using canonic discriminant functions method

مقادیر ویژه و درصد واریانس برای توابع تشخیص مختلف در جدول ۶ ارائه شده است. تابع اول ۹۶/۱ درصد از واریانس را در بر داشت. مقدار لامبدای ویلکس هرچقدر به طرف صفر میل کند نشان دهنده مناسب‌تر بودن تابع در تفکیک گروه‌ها است. تابع اول دارای پایین‌ترین لامبدای ویلکس (۰/۰۲۸) بود و نسبت به سایر تابع‌ها مناسب‌تر بود (جدول ۶).

ارتباط بین خصوصیات کمی و کیفیت میوه با سازکار مقاومت آنتی‌زنوزی به کرم میوه آلو در ژنوتویپ ها/ارقام آلو مطالعه شد. میزان تأثیر خصوصیات مختلف میوه بر مقاومت به کرم میوه آلو با بررسی ضرایب همبستگی بین صفات انجام شد (جدول ۷). در میان خصوصیات میوه، نرخ استقرار نسبی با سفتی بافت میوه، شاخص عدم رجحان نیز با سفتی بافت میوه، شاخص رجحان لارو با قطر مهندسی میوه و مساحت سطح میوه و شاخص تجمع لارو با صفات مقدار مواد جامد، سفتی بافت، زمان برداشت و نسبت وزن خشک

به تر میوه همبستگی معنی دار داشتند (جدول ۷). بنابراین، می توان چنین نتیجه گیری کرد که این خصوصیات صفات بر مقاومت آنتی‌زنوزی ژنوتیپ ها/ارقام آلو مؤثر بودند.

جدول ۶ - دقت گروه‌بندی و تعداد انتساب ژنوتیپ ها/ارقام آلو به گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم میوه آلو با استفاده از تجزیه تابع تشخیص

Table 6. Accuracy of grouping and assigned number of plum genotypes/cultivars to different groups resulted from cluster analysis based on antixenosis resistance indices to the plum fruit moth using canonic discriminaant function analysis

	گروه Group	گروه Group 1	2	3	4	5	کل Total
تعداد انتساب Assiged number	1	1	0	0	0	0	1
	2	0	5	0	0	0	5
	3	0	0	8	0	0	8
	4	0	0	0	2	0	2
	5	0	0	0	0	10	10
درصد انتساب Assigned percentage	1	100	0	0	0	0	100
	2	0	100	0	0	0	100
	3	0	0	100	0	0	100
	4	0	0	0	100	0	100
	5	0	0	0	0	100	100

مقاومت ارقام آلو نسبت به کرم آلو یک راهبرد پایه برای مدیریت و کنترل موفق این آفت است. در پژوهش حاضر، تفاوت‌هایی در مقاومت آنتی‌زنوزی بین ارقام/ ژنوتیپ‌های آلو نسبت به آلودگی طبیعی به کرم میوه آلو (*Grapholita funebrana* Treitschke) مشاهده شد. این تفاوت ها به دلیل رجحان آفت (کرم آلو) یا میزبان بر اساس شاخص‌های آنتی‌زنوزی شامل نرخ فراوانی نسبی استقرار، شاخص عدم رجحان، شاخص رجحان لاروو شاخص تجمع لارو رخ داد. سایر پژوهشگران نیز نشان داده اند که رجحان دقیقاً در لحظه‌ای آغاز می‌شود که حشره برای استقرار روی گیاه و افزایش احتمال بقای خود، ویژگی‌های تغذیه‌ای و شیمیایی گیاه را شناسایی می‌کند (Myers *et al*., 2006).

گام اول مطالعه مقاومت آنتی زنوری است. برای کرم میوه آلو، مزایای مناسب بودن میوه میزبان از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج پژوهش حاضر به وضوح نشان داد که شاخص رجحان لارو در بروز سازکار مقاومت آنتی‌زنوزی بیشترین تأثیر را داشت. پس از آن شاخص‌های تجمع لارو و عدم رجحان به ترتیب بیشترین تأثیر مثبت و منفی را داشتند. این یافته ها با نتایج سایر پژوهشگران در این خصوص موافقت دارد (Walter, 2003; Schoonhoven *et al*., 1998).

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات کمی و کیفیت میوه ژنوتیپ ها/ارقام آلو با شاخص‌های مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به کرم میوه آلو

Table 7. Correlation coefficients of fruit quantitative and quality characteristics of plum genotypes/cultivars with antixenosis resistance incideces to the plum fruit moth.

Index	شاخص	طول میوه Fruit length	عرض میوه Fruit width	قطر میوه Fruit diameter	نسبت طول: عرض میوه Fruit length: width ratio	وزن میوه Fruit weight	مواد جامد محلول TSS	اسید کل Total acid	سفتی بافت Texture firmness	ضخامت هسته Stone thickness	زمان برداشت Harvest time	اسیدیته pH	وزن میوه خشک Dry fruit weight	شاخص شکل میوه Fruit shape index	قطر مهندسی Engeering diameter	شاخص کروی Sphericity index	مساحت سطح میوه Fruit surface area
		Fruit characteristic خصوصت میوه															
AQR	استقرار نسبی لارو	0.330	0.397*	0.360	-0.120	0.110	-0.110	-0.180	0.446*	-0.110	0.300	0.080	0.170	0.370	0.370	0.360	0.350
NPI	عدم رجحان لارو	-0.160	-0.250	-0.260	0.220	-0.180	0.399*	-0.170	-0.441*	-0.040	0.180	0.120	-0.150	-0.230	-0.260	-0.240	-0.320
C- L	رجحان لارو	0.484*	0.370	0.290	0.110	0.419*	0.090	-0.200	-0.110	-0.350	0.290	-0.180	0.240	0.393*	0.441*	0.160	0.521**
M*	تجمع لارو	-0.120	-0.010	0.030	-0.240	-0.040	-0.495*	0.360	0.456*	0.230	-0.420*	-0.200	-0.090	-0.030	-0.020	0.070	0.030

*and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

AQR: Larvae establishment rate, NPI: Non-preference, C-L: Larvae preference, M*: Larvae crowiding index

بســیاری از لاروهــای بالپولکــدارن آفــت توانایی جبران کیفیت کم میزبـان را دارنـد و آن را با افزایش مصـرف از میزبـان و کـاهش رشـد انجـام مـی‌دهنـد (Awmack and Leather, 2002; Bauerfeind and Velten, 2007). بنابراین در بررسـی مقاومـت گیـاهی، بـه عنـوان بخشی از برنامه مدیریت تلفیقـی آفـات، مطالعـه عدم رجحان از اهمیت زیادی برخـوردار اسـت. زیرا عدم رجحان می‌تواند پیامدهای اکولوژیکی منفی برای آفت مورد نظر داشته باشـد. از جملـه این آثار نامطلوب می‌توان به افزایش دامنه زمانی حساسیت به شکارگرها، پارازیتوئیدها یا عوامـل بیمـارگر (K¨uhrt *et al*., 2005; Bonebrake *et al*., 2010; Gripenberg *et al*., 2010) و یا کاهش فرصت‌های جفت‌گیری و تخم گـذاری در مراحل بعدی بر روی آن میزبان اشـاره کـرد. شفیره‌ها نیـز ممکـن اسـت در یـافتن مکـان‌هـای مناسب برای شفیره شدن دچار مشکلات بیشتری در میزبان‌های دارای واکنش آنتی‌زنوزی شـوند (Heisswolf *et al*., 2005). بنابراین، برای کرم میـوه آلـو، مزایـای تناسـب رشـد بـر روی میـوه میزبان از اهمیت زیادی برخوردار است. هر چند بررسی این آثـار در اکولـوژی و زیسـت‌شناسـی کرم آلو نیاز به مطالعات تکمیلی دارد.

نتایج پژوهش حاضر به وضوح نشان داد کـه شــاخص فعالیــت و رشــد لارو کــرم آلــو در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار متفـاوت بـود. بـه طـوری کـه مقـدار لارو- روز مـؤثر بـه عنـوان شاخص تناسب رشد لارو از ۷۴۴/۱۷ در ژنوتیپ کرمانشاه تـا ۲۲۵/۸۳ در ژنوتیـپ ۱۹ متغیـر بـود. میانگین ایـن شـاخص در ۲۶ ژرم پلاسـم آلـوی مورد مطالعه ۲۶/۰۴ ± ۴۵۸/۶۳ بود. این نتایج بـا مطالعـات مشـابه اکولـوژیکی مقاومـت ارقـام گیـاهی اثبـات شـده اسـت (Walter, 2003; Schoonhoven *et al*., 2008).

در این پژوهش مشخص شد که شاخص های آنتـی‌زنـوزی ارقـام بـا طـول، عـرض، قطـر، قطـر مهندسی، شـاخص گـرد بـودن و مسـاحت سـطح میــوه دارای بیشــترین رابطــه معنــی‌داری بودنــد. مطالعات انجام شده پیرامـون سـایر شـب‌پـره‌هـای میوه‌خـوار نظیـر *Grapholia molesta* (Busck) نشان داده است که خصوصـیات گیـاه میزبـان بـر بقــاء، فنولــوژی و میــزان تخمگــذاری آفــت و در نتیجه ترجیح میزبـانی آن مـؤثر بـوده اسـت (Myers *et al* 2002). ویژگی‌هـای فیزیکـی و شیمیایی میوه بویژه متابولیت‌هـای اولیـه و ثانویـه، ممکن است زمینه سـاز تفاوت‌هـای مشاهده‌شـده در عملکرد پروانـه میـوه شـرقی بـر روی گیاهـان میزبـان باشـد (Awmack and Leather, 2002; Bossart, 2003; Velten *et al*., 2008).

در مطالعــه مشــابهی مشــخص شــد چنــدین صفت میوه آلو مثل: شکل، حجم، سختی، رنگ میــوه و خــواص فیزیکوشــیمیایی در حساسـیت چهار رقم مختلف آلو آنجلو، فریار، پرزیدنت و استانلی بر مقاومت *G. funebrana* تأثیر داشـتند (Rizzo *et al*., 2019). برخـی از صـفات میـوه مثل: طول، میزان قند، اسـیدیته قابـل تیتراسـیون، رنگ، بر حساسیت به آلـودگی *G. funebrana*

مؤثر بودند. در شرایط آزمایشگاهی، رنگ و شکل نقش مهمی در تعیین زمان صرف شده برای میزبانی‌یابی آفت داشتند. به‌عنوان مثال: پروانه‌های ماده میوه‌های زرد و گرد را به میوه‌های دراز قرمز یا سبز رجحان دادند. ارقام آنجلو (میوه‌های زرد و گرد) و استنلی (میوه‌های سبز و کشیده) به‌ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت نسب به کرم میوه آلو را داشتند (Rizzo *et al*., 2019).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برخی از خصوصیات میوه دارای اثر مثبت و برخی نیز تأثیرات منفی بر مناسب بودن ژنوتیپ‌ها/ارقام آلوی مورد مطالعه به عنوان میزبان رجحانی لارو کرم آلو داشت. در مطالعات مشابه ای نشان داده شده است که خصوصیات فنوتیپی ارقام گیاهی، خصوصیات زیستی لارو از جمله زمان رشد لارو ماده، میزان باروری، طول عمر لارو نر و میزان بقای شفیره را تحت تأثیر قرار دادند (Awmack and Leather, 2002).

براساس شاخص های مقاومت آنتی‌زنوزی نسبت به لارو کرم آلو ارقام/ژنوتیپ های بلک استار، کوئین روزا، جی- ۹۹، جی- ۹۸، قمی، سانتارزا، سوسورمی، آنجلو، بلک امبر و جی آر- رضائیه مقاوم تر، و ژنوتیپ کرمانشاه حساس‌ترین بودند. مقاومت آنتی‌زنور ناشی از مانع فیزیکی گیاه است که تعامل بین گیاه میزبان و حشرات را کاهش می‌دهد. مطالعات مشابه نیز نشان داده که آنتی‌زنوز یا عدم رجحان در واقع نوعی مقاومت مورفولوژیکی است که در آن حشره یا توسط گیاه میزبان دفع می شود یا جذب آن نمی‌شود. در هر صورت آسیب به گیاه به دلیل عدم تغذیه یا عدم تخم‌گذاری کاهش می‌یابد (Oki *et al*. 2012; Smith and Clement, 2012). مطالعات تکمیلی بر روی متابولیت‌های اولیه و ثانویه در ژنوتیپ‌های آلوی موجود در کلکسیون ارقام ایستگاه تحقیقاتی کمالشهر ضروری است.

هر برنامه به نژادی برای تولید ارقام مقاوم شامل مراحلی است. این پژوهش در واقع گام اول در یک برنامه به نژادی آلو برای دستیابی به منابع مقاومت به کرم آلو بود. گام دوم در برنامه به نژادی تلاش برای استفاده از این منابع مقاومت مقاومت برای تولید ارقام تجاری با مقاومت به کرم میوه آلو است. گام سوم استفاده مطلوب از ارقام با سطوح مختلف مقاومت و سازکارهای متفاوت در برنامه های مدیریت تلفیقی آفات است. استفاده از گونه‌های گیاهی مقاوم به آفات از نظر اقتصادی، اکولوژیکی و زیست محیطی سودمند است. البته همواره استفاده از رقم با مقاومت به آفات راهبردی بهینه انتخابی نیست، بجز در شرایط خاص نظیر تولید آلوی ارگانیک که در آن استفاده از کنترل شیمیایی مجاز نیست. استفاده از ارقام مقاوم سرعت پیدایش بیوتیپ‌های مقاومت شکن از یک سو و مقاومت آفت به آفت‌کش‌ها از سوی دیگرا را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. انجام مطالعات دقیق به منظور دستیابی به اطلاعات لازم در کاربرد منطقی ارقام مقاوم در پژوهش های آینده ضروری است. نتایج پژوهش

حاضر به عنوان بخشی از اطلاعات تکمیلی برای انتخاب ارقام آلوی مقاوم مناسب برای توسعه کشت این محصول در کشور مفید است.

سپاسگزاری

نگارندگان بدین وسیله از پشتیبانی و مساعدت مدیریت پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری و کارکنان ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر برای مساعدت در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند. همچنین از کارکنان، کارشناسان آزمایشگاه و اعضای هیأت علمی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری بویژه جناب آقای دکتر حمید عبدالهی که در اجرای این پژوهش و تدوین این نوشتار مساعدت و همفکری کردند، تشکر می‌نمایند.

References

Antônio, A. D. C., Silva, D. J. H. D., Picanço, M. C., Santos, N. T., and Fernandes, M. E. D. S. 2011. Tomato plant inheritance of antixenosis resistance to tomato leafminer. Pesquisa Agropecuária Brasileira 4: 74-80.

Awmack, C. S., and Leather, S. R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review of Entomology 47: 817-844.

Batinica, J., and Muratovic, S. 1972. The importance of *Grapholitha funebrana* for the plum variety Bilska Rana. Zastita Bilja 23: 11-24.

Bauerfeind, S. S., and Fischer, K. 2005. Effects of food stress and density in different life stages on reproduction in a butterfly. Oikos 111: 514-524. https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13888.x

Bauerfeind, S. S., and Fischer, K. 2008. Maternal body size as a morphological constraint on egg size and fecundity in butterflies. Basic and Applied Ecology 9: 443-451.

Berrigan, D., and Charnov, E. L. 1994. Reaction norms for age and size at maturity in response to temperature: a puzzle for life historians. Oikos 70: 474-478.

Bonebrake, T. C., Boggs, C. L., McNally, J. M., Ranganathan, J., and Ehrlich, P. R., 2010. Oviposition behavior and offspring performance in herbivorous insects: consequences of climatic and habitat heterogeneity. Oikos 119: 927-934.

Bossart, J. 2003. Covariance of preference and performance on normal and novel hosts in a locally monophagous and locally polyphagous butterfly population. Oecologia 135: 477-486.

Boyd, I. L., Freer-Smith, P. H., Gilligan, C. A., and Godfray, H. C. J. 2013. The

consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. Science 342 (6160): 1235773. DOI: 10.1126/science.1235773.

Cahenzli, F., Wenk, B. A., and Erhardt, A. 2015. Female butterflies adapt and allocate their progeny to the host-plant quality of their own larval experience. Ecology 96: 1966-1973. DOI:10.1890/14-1275.1.

Frades, I., and Matthiesen, R. 2010. Overview on techniques in cluster analysis. Bioinformatics Methods in Clinical Research: 81-107.

Fraley, C., and Raftery, A. E. 2002. Model-based clustering, discriminant analysis, and density estimation. Journal of the American Statistical Association 97 (458): 611-631.

Gish, M., Ben-Ari, M., and Inbar, M. 2017. Direct consumptive interactions between mammalian herbivores and plant-dwelling invertebrates: prevalence, significance, and prospectus. Oecologia 183: 347-352.

Głowacka, A., and Rozpara, E. 2014. Growth, yielding and fruit quality of four plum (*Prunus domestica* L.) cultivars under organic orchard conditions. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 59 (3): 56-60.

Gogorcena, Y., Sánchez, G., Moreno-Vázquez, S., Pérez, S., and Ksouri, N. 2020. Genomic-based breeding for climate-smart peach varieties. pp. 271-331. In: Kole, C. (ed.) Genomic Designing of Climate-Smart Fruit Crops. DOI:10.1007/978-3-319-97946-5_8.

Gogtay, N. J., and Thatte, U. M. 2017. Principles of correlation analysis. Journal of the Association of Physicians of India 65: 78-81.

Gripenberg, S., Mayhew, P.J., Parnell, M. and Roslin, T. 2010. A metaanalysis of preference–performance relationships in phytophagous insects. Ecology Letters 13: 383-393.

Hamzehzarghani, H., Kushalappa, A. C., Dion, Y., Rioux, S., Comeau, A., Yaylayan, V., Marshall, W. D., and Mather, D. E. 2005. Metabolic profiling and factor analysis to discriminate quantitative resistance in wheat cultivars against fusarium head blight. Physiological and Molecular Plant Pathology 66: 119-133.

He, Q., Zhou, G., and Liu, J. 2022. Progress in studies of climatic suitability of crop quality and resistance mechanisms in the context of climate warming. Agronomy 12: 3183. DOI:10.3390/agronomy12123183.

Heisswolf, A., Obermaier, E. and Poethke, H. J. 2005. Selection of large host plants

for oviposition by a monophagous leaf beetle: nutritional quality or enemy-free space? Ecological Entomology 30: 299-306.

Johnson, W. C. 2000. Methods and results of screening for diseases- and insect-resistant apple rootstocks. The Compact Fruit Tree 33:108-111.

Krisnawati, A., Bayu, M. S. Y. I., and Adie, M. M. 2017. Identification of soybean genotypes based on antixenosis and antibiosis to the armyworm (*Spodoptera litura*). Nusantara Bioscience 9: 164-169.

K¨uhrt, U., Samietz, J., and Dorn, S. 2005. Thermoregulation behavior in codling moth larvae. Physiological Entomology 30: 54-61

Kumari, P., Jasrotia, P., Kumar, D., Kashyap, P. L., Kumar, S., Mishra, C. N., Kumar, S., and Singh, G. P. 2022. Biotechnological approaches for host plant resistance to insect pests. Frontiers in Genetics 13: 914029. DOI: 10.3389/fgene.2022.914029.

Machlitt, D. 1998. Persea mite on avocados: quick field counting method. Subtropical Fruit 6: 1-4.

Mirdashtvan, M., Najafinejad, A., Malekian, A., and Sa'doddin, A. 2020. Regional analysis of trend and nonstationarity of hydroclimatic time series in the southern Alborz region, Iran. International Journal of Climatology 40: 1979-1991.

Mitrea, I., and Bancă, G. 2011. Behavior of some plum varieties to the attack of the plum moth *Grapholitha funebrana.* Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București. Seria B, Horticultură 55: 410-413.

Myers, C. T., Hull, L. A., and Krawczyk, G. 2006. Seasonal and cultivar associated variation in oviposition preference of oriental fruit moth (Lepitoptera: Tortricidae) adults and feeding behavior of neonate larvae in apples. Journal of Economic Entomology 99: 349-358.

Myers, C. T., and Holl, L. A. 2002. Host plant effects on survival, phenology and ovipositional perference of Oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busck). Journal of Economic Entomology 99: 1176-1183.

Oki, N., Komatsu, K., Sayama, T., Ishimoto, M., Takahashi, M., and Takahashi M. 2012. Genetic analysis of antixenosis resistance to the common cutworm (*Spodoptera litura* Fabricius) and its relationship with pubescence characteristics in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Breeding Science 61: 608-617.

Reiczigel, J., Lang, Z., Rózsa, L., and Tóthmérész, B. 2005. Properties of crowding

indices and statistical tools to analyze parasite crowding data. Journal of Parasitology 91: 245-252.

Rizzo, R., Farina, V., Saiano, F., Lombardo, A., Ragusa, E., and Lo Verde, G. 2019. Do *Grapholita funebrana* infestation rely on specific plum fruit features? Insects 10 (12): 444. DOI: 10.3390/insects10120444

Rothschild, G. H. L., and Vickers, R. A. 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth. pp. 389–412. In: van der Geest, L. P. S., and Evenhuis, H. H. (eds.) Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies, and Control.

Sabzi, S., Nadimi, M., Abbaspour-Gilandeh, Y., and Paliwal, J. 2022. Non-destructive estimation of physicochemical properties and detection of ripeness level of apples using machine vision. International Journal of Fruit Science 22: 628-645.

Schweiger, O., Heikkinen, R. K., Harpke, A., Hickler, T., Klotz, S., Kudrna, O., Kühn, I., Pöyry, J., and Settele, J. 2012. Increasing range mismatching of interacting species under global change is related to their ecological characteristics. Global Ecology and Biogeography 21: 88-99.

Schlick-Souza, E. C., Baldin, E. L. L., and Lourenção, A. L. 2011. Variation in the host preferences and responses of *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) to cultivars of collard greens *Brassica oleracea* (L.) var. *acephala*. Journal of Pest Science 84: 429-436.

Schoonhoven, L. M., Jermy, T., and van Loon, J. J. A. 1998. Insect-Plant Biology: From Physiology to Evolution. First edition. Chapman & Hall, U. K. 409 pp.

Smith, C. M., and Clement, S. L. 2012. Molecular bases of plant resistance to arthropods. Annual Review of Entomology 57: 309-328.

Tek, M. I., and Budak, K. 2022. A new approach to develop resistant cultivars against the plant pathogens: CRISPR drives. Frontiers in Plant Science 13: 889497. DOI:10.3389/fpls.2022.889497.

Timm, A. E., Warnich, L., and GeerTseMa, H. 2008. Morphological and molecular identification of economically important Tortricidae (Lepidoptera) on deciduous fruit tree crops in South Africa. African Entomology 16: 209-219.

Tu, X. B., Fan, Y. L., McNeill, M., and Zhang, Z. H. 2018. Including predator presence in a refined model for assessing resistance of alfalfa cultivar to aphids. Journal of Integrative Agriculture 17: 397-405.

Velten, G., Rott, A. S., Cardona, C., and Dorn, S. 2007. The inhibitory effect of the

natural seed storage protein Arcelin on the development of Acanthoscelides obtectus. Journal of Stored Products Research 43: 550-557.

Velten, G., Rott, A. S., Petit, B. J. C., Cardona, C., and Dorn, S. 2008. Improved bruchid management through favorable host plant traits and natural enemies. Biological Control 47: 133-140.

Walter, G. H. 2003. Insect Pest Management and Ecological Research. Cambridge University Press. U. K. 387 pp.

Wetzel, W. C., Kharouba, H. M., Robinson, M., Holyoak, M., and Karban, R. 2016. Variability in plant nutrients reduces insect herbivore performance. Nature 539: 425-427.

Willson, M. F., and Whelan, C. J. 1990. The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. The American Naturalist 136: 790-809.

Xu, H., and Turlings, T. C. 2018. Plant volatiles as mate-finding cues for insects. Trends in Plant Science 23: 100-111.

Zhivondov, A., and Milusheva, S. 2015. Characteristics of the new Bulgarian plum cultivar 'Ostromila'. ISHS Acta Horticulturae 1139: III Balkan Symposium on Fruit Growing: 63-66. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.11.

Antixenosis Resistance of Plum Genotypes and Cultivars to the Plum Fruit Moth *Grapholitha funebrana* (Treitschke) under the Environmental Conditions of Karaj in Iran

M. Latifian[1*], M. Pirkhezri[2] and R. Ghaemi[3]

1. **Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.**
2. **Assisatnt Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.**
3. **Researcher, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.**

ABSTRACT

Latifian, M., Pirkhezri, M., and Ghaemi, R. 2022. Antixenosis resistance of plum genotypes and cultivars to the plum fruit moth *Grapholitha funebrana* (Treitschke) under the environmental conditions of Karaj in Iran. **Seed and Plant Journal 38: 409-432** (in Persian).

Plum fruit moth *Grapholita funebrana* (Treitschke) is one of the important pests of plums. The aim of this study was to assess the antixenosis resistance of plum genotypes/cultivars and the effect of fruit physico-chemical characteristic on it. Twenty seven plum genotypes/cultivars in fruits tree genetic resources collection in Kemalshahr in Karaj, Iran, were considered and evaluated from 2019 to 2021 seasons. Antixenosis resistance indices were estimated by sampling larvae population during the seasons. The plum geneotypes/cultivars were grouped using cluster analysis, and the relationship between different fruit characteristics and antixenosis resistance was investigated using Pearson correlation. The antixenosis resistance indices had significant relationship with fruit length, width, diameter, engineering diameter, spherical index and fruit surface area. The minimum antixenosis index of larvae establishment ratio in Bukhara, Genotype 19 and Uromieh 20 was 0.02, and its maximum was 0.06 in Anjelo, Friar, G-98, Kh-Mashhad and Sosourmi. The minimum larval non-preference index was 91.96 in G-Melayer and its maximum was 98.81 in Bukhara. The minimum larvae preference was 0.03 in Sosourmi, and its maximum was 1.03 in Zojlo. The minimum larvae crowding index was 24.6 in Bukhara, and its maximum was 66.42 in G-98. Finally, Black Star, Queen Rosa, G99, G98, Qomi, Santa Rosa, Sosurmi, Anjelo, Black Amber, and GR-Rezaieh genotpes/cultivars were more resistant, and Kermanshah genotype was the most sensitive to plum fruit moth. The results of this research are part of the supplementary information for selection of suitable plum cultivars for development of plum orchards in Karaj and other similar envirmonetal conditions.

Keywords: Plum, larvae establishment rate, larvae crowding, larvae preference, larvae non-preference.

[*]**Corresponding author:** masoud_latifian@yahoo.com **Tel.:** +982636702541

Received: 27 October 2022
Accepted: 28 December 2022